

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-133303

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月21日

(51) Int.Cl.⁵

G 0 2 B 15/167
13/04

識別記号

F I

G 0 2 B 15/167
13/04

D

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 14 頁)

(21) 出願番号

特願平9-311183

(22) 出願日

平成 9 年 (1997) 10 月 27 日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子 3 丁目 30 番 2 号

(72) 発明者 中山 博喜

東京都大田区下丸子 3 丁目 30 番 2 号 キヤ
ノン株式会社内

(74) 代理人 弁理士 高梨 幸雄

(54) 【発明の名称】 リヤーフォーカス式の広角ズームレンズ

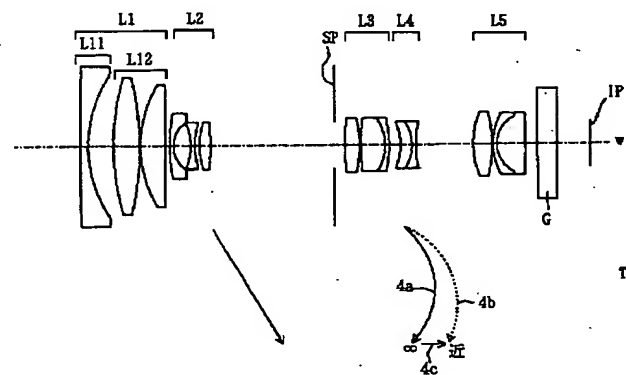
(57) 【要約】

【課題】 全体として5つのレンズ群を有し、変倍系よりも後方のレンズ群でフォーカスを行い、レンズ系全体を小型にし、広画角、高変倍比のリヤーフォーカス式の広角ズームレンズを得ること。

【解決手段】 物体側より順に正の屈折力の第1群、変倍に伴い移動する負の屈折力の第2群、開口絞り、そしてフォーカスの際に移動するレンズ群を含む少なくとも1つのレンズ群を有し、該第1群は負の屈折力の第11群と正の屈折力の第12群より成り、無限遠物体のときの該第12群の近軸横倍率を β_{12} としたとき

$-2.5 < \beta_{12} < -0.55$

なる条件を満足すること。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体側より順に正の屈折力の第 1 群、変倍に伴い移動する負の屈折力の第 2 群、開口絞り、そしてフォーカスの際に移動するレンズ群を含む少なくとも 1 つのレンズ群を有し、該第 1 群は負の屈折力の第 1 1 群と正の屈折力の第 1 2 群より成り、無限遠物体のときの該第 1 2 群の近軸横倍率を β_{12} としたとき

$$-2.5 < \beta_{12} < -0.55$$

なる条件を満足することを特徴とするリヤーフォーカス式の広角ズームレンズ。

【請求項 2】 前記第 1 1 群と第 1 2 群との間隔を D_a 、前記第 1 群のレンズ全長を DL_1 としたとき

$$0.25 < D_a / DL_1 < 0.5$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 のリヤーフォーカス式の広角ズームレンズ。

【請求項 3】 前記第 1 1 群は物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズより成り、前記第 1 2 群は両レンズ面が凸面の正レンズと両レンズ面が凸面の正レンズより成っていることを特徴とする請求項 1 又は 2 のリヤーフォーカス式の広角ズームレンズ。

【請求項 4】 前記第 1 1 群は物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズより成り、前記第 1 2 群は両レンズ面が凸面の正レンズと物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズより成っていることを特徴とする請求項 1 又は 2 のリヤーフォーカス式の広角ズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はリヤーフォーカス式のズームレンズに関し、特に写真用カメラやビデオカメラ、そして放送用カメラ等に用いられる広角端の撮影画角が略 80 度と広画角でしかも変倍比 12.5、F ナンバー 1.6 程度と大口径比で高変倍比のリヤーフォーカス式の広角ズームレンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】最近、ホームビデオカメラ等の小型軽量化に伴い、撮像用のズームレンズの小型化にも目覚ましい進歩が見られ、特にレンズ全長の短縮化や前玉径の小型化、構成の簡略化に力が注がれている。

【0003】これらの目的を達成する一つ的手段として、物体側の第 1 群以外のレンズ群を移動させてフォーカスを行う、所謂リヤーフォーカス式又はインナーフォーカス式（以下「リヤーフォーカス式」と略称する。）のズームレンズが知られている。

【0004】一般にリヤーフォーカス式のズームレンズは第 1 群を移動させてフォーカスを行うズームレンズに比べて第 1 群の有効径が小さくなり、レンズ系全体の小型化が容易になり、又近接撮影、特に極近接撮影が容易となり、更に比較的小型軽量のレンズ群を移動させて行っているため、レンズ群の駆動力が小さくてすみ迅速な焦点合わせができる等の特長がある。

【0005】このようなリヤーフォーカス式のズームレンズとして、例えば特開昭 62-24213 号公報、特開昭 63-247316 号公報では、物体側より順に正の屈折力の第 1 群、負の屈折力の第 2 群、正の屈折力の第 3 群、そして正の屈折力の第 4 群の 4 つのレンズ群を有し、第 2 群を移動させて変倍を行い、変倍に伴う像面変動を該第 4 群を移動させて補正すると共に該第 4 群を移動させてフォーカスを行っている。

【0006】特開平 2-39011 号公報では物体側より順に正の屈折力を持つ第 1 群と負の屈折力を持ち光軸上を移動することにより変倍作用を有する第 2 群と正の屈折力を持ち集光作用を有する第 3 群と、第 2 群の移動及び物体の移動によって変動する像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する第 4 群とからなるズームレンズで第 1 群は負の屈折力の単レンズ、つづいて正の屈折力の単レンズで構成される非球面を用いたズームレンズを開示している。

【0007】特開平 3-180809 号公報では物体側より順に正の屈折力を持つ第 1 群、負の屈折力を持つ第 2 群、正の屈折力を持つ第 3 群、正の屈折力を持つ第 4 群の 4 つのレンズ群より成り、変倍時、第 2 群が主として移動し、それに伴う像点移動を少なくとも他の 1 つのレンズ群を移動させて補正するようなズームレンズにおいて第 1 群は物体側より順に、物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズとある程度の空間をおいて配した物体側に強い面を持つ正レンズの 2 枚にて構成されるズームレンズを開示している。

【0008】特開平 6-324265 号公報では物体側から順に正の屈折力の第 1 群、負の屈折力の第 2 群、正の屈折力の第 3 群、そして正の屈折力の第 4 群によって構成され、第 2 群と第 4 群とを光軸に沿って移動させて各レンズ群相互の空気間隔を変化させることにより焦点距離を連続的に変化させるズームレンズにおいて、第 1 群を物体側から順に正レンズ、負レンズ、正レンズ、そして正レンズの 4 枚構成のズームレンズを開示している。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】一般にズームレンズにおいてリヤーフォーカス方式を採用すると前述の如くレンズ系全体が小型化され又迅速なるフォーカスが可能となり、更に近接撮影が容易となる等の特長が得られる。

【0010】しかしながら反面、フォーカスの際の収差変動が大きくなり、無限遠物体から近距離物体に至る物体距離全般にわたりレンズ系全体の小型化を図りつつ高い光学性能を得るのが大変難しくなってくるという問題点が生じてくる。

【0011】また、充分な広角化を図りつつ大きな変倍比を採ろうとすると、最も物体側のレンズ群が大型化してしまうという問題点が生じてくる。

【0012】前述した特開昭 62-24213 号公報、

特開平 2 - 3 9 0 1 1 号公報、そして特開平 3 - 1 8 0 8 0 9 号公報等で提案されているズームレンズは必ずしも撮影画角が十分ではなく、広画角化となっていない。

【0013】又、特開平 6 - 3 2 4 2 6 5 号公報で提案されているズームレンズは実施例中で第 1 群が負レンズ、正レンズ、正レンズ、正レンズのものが示されているが、負レンズと正レンズの間の空気間隔が狭いため、第 1 群の像側主点が十分に第 2 群側によっておらず、前玉径が比較的大きくなっている。又、必ずしも広画角化となっていない。

【0014】本発明は、リヤフォーカス方式を採用し、レンズ系全体の小型化を図りつつ、撮影画角が 70 度以上と広画角でしかも大口径比及び高変倍比で、広角端から望遠端に至る全変倍範囲にわたり、又無限遠物体から超至近物体に至る物体距離全般にわたり、良好なる光学性能を有したレンズ全長の短い小型のリヤフォーカス式の広角ズームレンズの提供を目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明のリヤフォーカス式の広角ズームレンズは、(1-1) 物体側より順に正の屈折力の第 1 群、変倍に伴い移動する負の屈折力の第 2 群、開口絞り、そしてフォーカスの際に移動するレンズ群を含む少なくとも 1 つのレンズ群を有し、該第 1 群は負の屈折力の第 1 1 群と正の屈折力の第 1 2 群より成り、無限遠物体のときの該第 1 2 群の近軸横倍率を $\beta 1$ としたとき

$$-2.5 < \beta 1 2 < -0.55 \quad \dots (1)$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【0016】

【発明の実施の形態】図 1 は本発明の数値実施例 1 の広角端のレンズ断面図、図 2 は本発明の数値実施例 1 の広角端の収差図、図 3 は本発明の数値実施例 1 の望遠端の収差図である。

【0017】図 4 は本発明の数値実施例 2 の広角端のレンズ断面図、図 5 は本発明の数値実施例 2 の広角端の収差図、図 6 は本発明の数値実施例 2 の望遠端の収差図である。

【0018】図 7 は本発明の数値実施例 3 の広角端のレンズ断面図、図 8 は本発明の数値実施例 3 の広角端の収差図、図 9 は本発明の数値実施例 3 の望遠端の収差図である。

【0019】図 10 は本発明の数値実施例 4 の広角端のレンズ断面図、図 11 は本発明の数値実施例 4 の広角端の収差図、図 12 は本発明の数値実施例 4 の望遠端の収差図である。

【0020】図中 L 1 は正の屈折力の第 1 群であり、負の屈折力の第 1 1 群 L 1 1、正の屈折力の第 1 2 群 L 1 2 より成っている。L 2 は負の屈折力の第 2 群、L 3 は正の屈折力の第 3 群、L 4 は負の屈折力の第 4 群である。L 5 は正の屈折力の第 5 群である。S P は開口絞り

であり、第 3 群 L 3 の前方に配置している。G はフェースプレートやフィルター等のガラスブロックである。I P は像面である。

【0021】本実施形態では広角端から望遠端への変倍に際して矢印のように第 2 群を像面側へ移動させると共に、変倍に伴う像面変動を第 4 群を像面側に凸状の軌跡を有しつつ移動させて補正している。

【0022】又、第 4 群を光軸上移動させてフォーカスを行うリヤフォーカス式を採用している。同図に示す第 4 群の実線の曲線 4 a と点線の曲線 4 b は各々無限遠物体と近距離物体にフォーカスしているときの広角端から望遠端への変倍に伴う際の像面変動を補正する為の移動軌跡を示している。尚、第 1 群と第 3 群そして第 5 群は変倍及びフォーカスの際固定である。

【0023】本実施形態においては第 4 群を移動させて変倍に伴う像面変動の補正を行うと共に第 4 群を移動させてフォーカスを行うようにしている。特に同図の曲線 4 a、4 b に示すように広角端から望遠端への変倍に際して像面側へ凸状の軌跡を有するように移動させている。これにより第 4 群と第 5 群との空間の有効利用を図りレンズ全長の短縮化を効果的に達成している。

【0024】本実施形態において、例えば望遠端において無限遠物体から近距離物体へフォーカスを行う場合は同図の直線 4 c に示すように第 4 群を後方へ繰り込むことにより行っている。

【0025】本実施形態では無限遠物体から近距離物体にフォーカスをするとき、負の第 4 群を繰り込んで行っており、これによって従来のような正の屈折力の第 4 群を繰り出して行うリヤフォーカス方式に比べて近軸的な変倍比に対して近距離側で変倍比が小さくならないようにして高変倍化しても近距離側で所望の変倍比が得られるようにしている。

【0026】特に、第 4 群は、広角端より中間ズーム域にかけて像面側に移動させている。更に高変倍のズームレンズを構成する為に第 4 群を広角端より望遠端にかけて像面側に凸状の軌跡で移動させている。このとき略完全往復していればスペース効率が良く小型の高変倍のズームレンズが容易となるので好ましい。

【0027】本実施形態において第 2 群はズーミング中の横倍率が等倍 (1) を挟んで変化するようにして、これにより高変倍化を容易にしている。

【0028】又第 1 群と第 2 群の主点間隔が負になるようにしてレンズ系全体の小型化を図っている。

【0029】次に本実施形態のレンズ構成により前玉径を小さくすることができる理由について説明する。

【0030】従来より広画角化を図ろうとすると、広角端寄りの中間ズーム位置において第 1 群への軸外光束の入射高が高くなり、この結果第 1 群のレンズ有効径が増大してくる。この前玉径の増大を防止するには上記中間ズーム位置で物体側より瞳 (絞り) へ入射する軸外光束

の入射角度 θ を浅めに（小さめに）設定するように構成するのがよい。

【0031】そのためには図 1 3 に示すように第 4 群 L4 を広角端より中間ズーム域にかけて像面側に移動するのが好ましい。この様に構成することにより、前玉径を決定する焦点距離はかなり望遠側に寄り、レンズ系の小型化が可能になる。この時特に全ズーム域でレンズの射出瞳位置は像面よりプラス側（像面より反物体側）にあるのが有効である。

【0032】このように本発明では、射出瞳位置が像面からプラス側（反物体側）にあるようにしている。特に全ズーム範囲中のうち前玉径の決定に寄与する広角端で、プラス側になっているようにしている。

【0033】また、前玉径の小型化に関係する絞りの位置を、望遠端において第 3 群の近傍に配置している。

【0034】この時広角側において、絞りの位置は望遠端での位置よりも物体側にあるように移動しても良い。これによれば前玉径の小型化に有効となる。

【0035】一般に従来のズームレンズでは、第 1 群への軸外光束の入射高は、入射瞳が第 1 群から深い所（奥まったところ）にあるため、広角端寄りの中間ズーム位置で最も高くなる。

【0036】本実施形態においてこの入射高を低くする為に入射瞳即ち絞りを移動させても良く、これによれば第 1 群の外径を最も効率的に小さくすることができる。

【0037】尚、本実施形態においては絞りは、第 3 群の近傍にズーム中固定として機構の簡素化を図っている。又絞りを前玉径の小型化の為に第 3 群の物体側近傍に位置させている。

【0038】本実施形態では以上のようなリヤフォーカス式を採用することにより撮影可能な物体距離を短くしたときの第 1 群の有効径の増大を防止している。

【0039】そして第 1 群を前述した条件式（1）を満足するようにして第 1 群から入射瞳までの距離を短くして第 1 群のレンズ外径の増大を効果的に防止している。

【0040】尚、本実施形態においては条件式（1）を $-1.0 < \beta_{12} < -0.55$ ……（1a）の如く設定するのが、より好ましい。

【0041】本発明は以上の点を考慮して各レンズ群のレンズ構成を前述の如く設定して、レンズ系全体の小型化を図りつつ、諸収差を良好に補正しているが、更に好ましくは次の諸条件のうち少なくとも 1 つを満足させるのが良い。

【0042】[A1] 前記第 1 群と第 1 2 群との間隔を D_a 、前記第 1 群のレンズ全長を $DL1$ としたとき $0.25 < D_a / DL1 < 0.5$ ……（2）

なる条件を満足することである。

【0043】条件式（2）は広面角化を図りながら前玉径を小型化するためのものであり、条件式（2）を逸脱すると充分な小型化が望めない。

【0044】[A2] 前記第 1 群は物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズより成り、前記第 1 2 群は両レンズ面が凸面の正レンズと両レンズ面が凸面の正レンズより成っていることである。

【0045】[A3] 前記第 1 群は物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズより成り、前記第 1 2 群は両レンズ面が凸面の正レンズと物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズより成っていることである。

【0046】[A4] 第 i 群の焦点距離を f_i としたとき

$$0.2 < f_2 / f_4 < 0.6 \quad \dots (3)$$

なる条件を満足するのが良い。

【0047】この式は、変倍に伴う移動レンズ群の最適なパワー配置を与えるものである。上限値を越えると所望の変倍比を得るために第 2 群の移動量が大きくなり、前玉径及び全系が大型化して適当ではない。また下限値を越えると変倍に伴い変化する像面を補正すると共にフォーカスレンズ群である第 4 群の移動量が大きくなり、レンズ系全体が大型化してくるので良くない。

【0048】又、条件式（3）は移動レンズ群の適正な移動量を与えるために必要な式である。具体的には変倍のために第 2 群の適正な移動量を限定し、第 4 群を効率良く移動させる、特に第 4 群が広角端より望遠端にかけて像面側に凸状の軌跡で移動し、また特に略完全往復するために必要なものである。

【0049】[A5] 全系の広角端及び望遠端の焦点距離を各々 f_W 、 f_T 、第 2 群の広角端と望遠端における倍率を各々 β_{2W} 、 β_{2T} とし、

$$Z = f_T / f_W$$

$$Z_2 = \beta_{2T} / \beta_{2W}$$

とおいたとき、

$$0.4 < Z_2 / Z < 1.3 \quad \dots (4)$$

を満足している事が好ましい。

【0050】この式（4）は全体の変倍に対する第 2 群の変倍の割合を示すものである。この上限値を越えるとレンズ系のどこかの群がズーム中、減倍している事になり、変倍効率が悪く大型化の原因となり適当でない。また下限値を越えると変倍に寄与するレンズ群が複数個ある事になりそれぞれの制御が難しくなる。

【0051】[A6] 全系の広角端と望遠端の焦点距離を f_W 、 f_T 、第 2 群の焦点距離を f_2 としたとき

【0052】

【数 1】

$$0.3 < |f_2| / \sqrt{f_W \cdot f_T} < 0.7 \quad \dots (5)$$

を満足するのが良い。

【0053】この式は主たる変倍レンズ群である第 2 群のパワーに関する式である。この範囲を適当に選択する事により有効に高変倍化が達成できる。具体的には上式の下限値を越えると第 2 群のパワーが強くなりすぎ、ベ

ツパール和が負に大きくなり像面がオーバー（補正過剰）となるばかりでなく、敏感度が高くなりピントずれや像揺れが起こり易くなるため機構構成が複雑になり適当ではない。

【0054】また上限値を得ると第2群のパワーが弱くなり所望の変倍比の達成のために第2群の移動量が大きくなり大型化して適当ではない。又高倍化のためには条件式（5）は更に以下の条件に入っている事が好ましい。

【0055】

【数2】

$$0.4 < |f_2| / \sqrt{f_W \cdot f_T} < 0.6 \quad \dots (5a)$$

【A7】第i群の焦点距離を f_i 、全系の広角端の焦点距離を f_W としたとき

$$3 < f_3 / f_W < 5 \quad \dots (6)$$

$$3 < |f_4 / f_W| < 8 \quad \dots (7)$$

$$3 < f_5 / f_W < 5 \quad \dots (8)$$

を満足するのが良い。

【0056】以上の式（6）～（8）は絞りから像面側に配した各レンズ群のパワーに関する式である。それぞれの範囲は本ズームレンズの射出瞳位置を短くなりすぎないように設定し、更に上述した様に物体側の斜光束が瞳に浅い角度で入射させ、前玉径の小型化に寄与させるための条件である。

【0057】共に上限値を越えると上記斜光束が浅い角度に設定できずに、前玉径の増大を招き、また下限値を越えると射出瞳がプラス側に短くなりすぎ、固体撮像素子に対してテレセントリックな光束を確保できず、またズーム、フォーカスに対して収差変動が大きくなり適当ではない。この範囲に入っていれば距離合わせ（フォーカシング）に対しても大きな移動にならないように小型化を達成することができる。このように条件式（6）～（8）の範囲を逸脱すると前玉径が大型化し、全系も大型化して、更に撮像素子に対して適当な射出角度を設定できなくなるので良くない。

【0058】【A8】第i群の焦点距離を f_i としたとき

$$-1.8 < f_4 / f_5 < -0.8 \quad \dots (9)$$

を満足するのが良い。

【0059】この条件式（8）を越えると第4群の屈折

$$0.5 < |D_{45} / f_4| < 0.85 \quad \dots (11a)$$

【A10】第5群の結像倍率を β_5 とするととき

$$|\beta_5| < 0.2 \quad \dots (12)$$

を満足するのが良い。

【0068】条件式（12）はズームレンズの射出瞳を適当に設定しつつ、ズームレンズのバックフォーカスを適正に確保するためのものである。この条件式（12）を逸脱すると、バックフォーカスが大きくなり、ズームレンズが大きくなるばかりでなく、射出瞳が短くなり適

力が強くなりフォーカシングの距離変動が大きくなり適当でない。また下限値を越えるとフォーカシングの移動量が大きくなり大型化して適当でないばかりでなく固定の結像レンズである第5群の屈折力が強くなり射出瞳が短くなり適当でない。

【0060】【A9】広角端に於ける物体距離無限遠での第2群と第3群の間隔を D_{23W} と D_{23W} 、第4群と第5群の間隔を D_{45W} としたとき

$$1.5 < D_{23W} / D_{45W} < 3 \quad \dots (10)$$

なる条件を満足するのが良い。

【0061】本実施形態におけるリヤフォーカス方式をとるズームレンズの場合、どうしても望遠端の近距離のフォーカシングレンズの移動量が大きくなる。特にズームレンズの倍率が大きくなればなるほど、第4群の像面位置補正の移動量とフォーカスの為の移動量が共に大きくなる。

【0062】そこで条件式（10）を満足させるようにしている。 D_{23W} は特に主変倍レンズ群である第2群の移動可能範囲に寄与する量である。また D_{45W} は第4群の像面位置補正の移動量とフォーカスの為の移動量に関する量である。この中に入っていると適正なズーム倍率と適正な至近距離の提供が容易となる。上限値を逸脱すると第4群の特にフォーカスの為の移動量を確保するのが難しくなる。また下限値を越えると所望のズーム比を確保する為の第2群の移動量を確保するのが難しくなる。

【0063】この場合の D_{23W} は第2群の最も像面側の面と第3群の最も物体側の面との間隔である。

【0064】特に第4群の像面位置補正の移動量とフォーカスの為の移動量を適正に確保する為には以下の式を満たしているのが好ましい。

【0065】

$$0.4 < |D_{45} / f_4| < 1.0 \quad \dots (11)$$

この範囲を逸脱するとフォーカスのための所望の移動量が確保できず、至近距離が遠くになってしまう。

【0066】特に望遠端ほど任意の至近距離でのフォーカス量が大きい事は上述したとおりであるが、特に10倍以上の高倍化のズームレンズの場合は更に以下の範囲に有ることが好ましい。

【0067】

当でない。

【0069】【A11】第5群の焦点距離を f_5 、全系の広角端と望遠端の焦点距離を各々 f_W 、 f_T とするととき

【0070】

【数3】

$$1 < f_5 / \sqrt{f_W \cdot f_T} < 1.4 \quad \dots (13)$$

なる条件を満足するのが良い。

【0071】条件式(13)は全系の焦点距離に対して、最後の結像レンズである第5群の屈折力を適切に設定して良好な収差にして、又バックフォーカスを適当に確保するためのものである。

【0072】上限値を越えるとバックフォーカスが長くなり大型化するため適当でない。また下限値を越えると第5群の屈折力が強くなり特に球面収差やコマ収差が特に中間ズーム域で発生し適当でない。またテレセントリックな関係が崩れ、射出瞳が短くなり適当でない。

【0073】[A12] 第*i*群の焦点距離を*f_i*としたとき

$$3 < |f_1 / f_2| < 7 \quad \dots (14)$$

なる条件を満足するのが良い。

【0074】条件式(14)は主変倍レンズ群である第2群の屈折力を適切に設定して適正な変倍比を得つつ、ペッツバル和を補正するためのものである。

【0075】特に、望遠比の大きいものを設定するときはどうしても第2群の屈折力を大きくする必要がある。本発明のズームレンズを構成する各レンズ群には負レンズ群が2群あるため、適正に設定する必要がある。10倍以上のズームレンズを構成するには上式の範囲にあるのが高倍にしつつ良好なペッツバル和を確保するのに好ましい。

【0076】特に条件式(14)の下限値を越えると10倍以上の高倍化のために第2群の移動量を大きく取る必要があり、大型化及び前玉径が大きくなる。又上限値を越えるとペッツバル和が負の値で大きくなり、像面が大きくプラス側に倒れ適当ではない。

【0077】特に本実施形態において好ましくは条件式(14)は

$$4 < |f_1 / f_2| < 5.5 \quad \dots (14a)$$

の如く設定するのが良い。

【0078】[A13] 球面収差の発生を抑えるために第3群、第4群あるいは第5群に非球面を用いるのが良い。特に本実施形態のズームレンズタイプにおいてはズ

ーム中間位置で球面収差がオーバー(補正過剰)になる傾向がある。この為周辺で正の屈折力が弱くなる、あるいは負の屈折力が弱くなるような非球面を用いるのが良い。

【0079】また、特にこれらの非球面はプラスチックレンズでも良い。またその他のレンズにおいてもプラスチックで構成しても良い。

【0080】[A14] 広角端での無限遠物体のときのバックフォーカス(最終レンズ面から像面までの間に設けたガラスブロックGを除く)を*BfW*、全系の広角端での焦点距離を*fW*としたとき

$$2 < BfW / fW < 4 \quad \dots (15)$$

なる条件を満足するのが良い。

【0081】条件式(15)は、全系を効果的に小型化するのに必要な式であり、下限値を越えると、フィルター等のブロックを入れるのが無理になるばかりでなく、射出瞳が短めとなり、撮像素子への結像がテレセントリック系からずれることになり、不適当である。また上限値を越えると大型化して不適当である。

【0082】[A15] 第1群の負レンズ部と正レンズ部の間に平行平板等の部材或いはVAP(バリアングルプリズム)等を入れても良い。これによればズームレンズが振動したときの画像ブレを良好に補正することができる。

【0083】次に本発明の数値実施例を示す。数値実施例において*R_i*は物体側より順に第*i*番目のレンズ面の曲率半径、*D_i*は物体側より順に第*i*番目のレンズ厚及び空気間隔、*N_i*と*ν_i*は各々物体側より順に第*i*番目のレンズのガラスの屈折率とアッペ数である。

【0084】数値実施例において最終の2つのレンズ面は、フェースプレートやフィルター、ガラスブロックである。各条件式と数値実施例における諸数値との関係を表-1に示す。

【0085】

【外1】

数值実施例 1

$$f=1 \sim 12.54 \quad F n o = 1.65 \sim 2.26 \quad 2\omega = 78.5^\circ \sim 7.5^\circ$$

R 1 = 438.422	D 1 = 0.40	N 1 = 1.846659	ν 1 = 23.8
R 2 = 8.046	D 2 = 1.32		
R 3 = 14.692	D 3 = 1.43	N 2 = 1.719995	ν 2 = 50.3
R 4 = -18.595	D 4 = 0.05		
R 5 = 7.522	D 5 = 1.33	N 3 = 1.719995	ν 3 = 50.3
R 6 = -162.103	D 6 = 可変		
R 7 = 12.517	D 7 = 0.20	N 4 = 1.772499	ν 4 = 49.6
R 8 = 1.825	D 8 = 0.89		
R 9 = -3.357	D 9 = 0.20	N 5 = 1.772499	ν 5 = 49.6
R10 = 5.234	D10 = 0.28		
R11 = 5.350	D11 = 0.57	N 6 = 1.846659	ν 6 = 23.8
R12 = -15.588	D12 = 可変		
R13 = 絞り	D13 = 0.59		
R14 = 19.136	D14 = 0.77	N 7 = 1.719995	ν 7 = 50.3
R15 = -7.826	D15 = 0.07		
R16 = 14.847	D16 = 1.27	N 8 = 1.719995	ν 8 = 50.3
R17 = -3.006	D17 = 0.23	N 9 = 1.846659	ν 9 = 23.8
R18 = -8.247	D18 = 可変		
R19 = -3.700	D19 = 0.63	N10 = 1.846659	ν 10 = 23.8
R20 = -2.544	D20 = 0.20	N11 = 1.603112	ν 11 = 60.7
R21 = 8.211	D21 = 可変		
R22 = 5.934	D22 = 1.00	N12 = 1.516330	ν 12 = 64.2
R23 = -8.306	D23 = 0.05		
R24 = 3.937	D24 = 0.20	N13 = 1.846659	ν 13 = 23.8
R25 = 1.891	D25 = 1.53	N14 = 1.603112	ν 14 = 60.7
R26 = -33.068	D26 = 0.67		
G [R27 = ∞	D27 = 1.03	N15 = 1.516330	ν 15 = 64.2
R28 = ∞			

焦点距離	1.00	7.13	12.54
可変間隔			
D 6	0.25	5.19	6.58
D12	6.56	1.62	0.23
D18	0.61	3.18	1.23
D21	3.02	0.45	2.40

【0086】

【外2】

数值实施例 2

 $f = 1 \sim 12.02 \quad Fno = 1.65 \sim 2.34 \quad 2\omega = 78.5^\circ \sim 7.8^\circ$

R 1 = 70.430	D 1 = 0.40	N 1 = 1.846659	ν 1 = 23.8
R 2 = 8.167	D 2 = 1.69	N 2 = 1.696797	ν 2 = 55.5
R 3 = 23.373	D 3 = 1.43	N 3 = 1.696797	ν 3 = 55.5
R 4 = -15.281	D 4 = 0.05	N 4 = 1.772499	ν 4 = 49.6
R 5 = 6.257	D 5 = 1.33	N 5 = 1.772499	ν 5 = 49.6
R 6 = 58.216	D 6 = 可変	N 6 = 1.846659	ν 6 = 23.8
R 7 = 17.880	D 7 = 0.20	N 7 = 1.834807	ν 7 = 42.7
R 8 = 1.688	D 8 = 0.82	N 8 = 1.743997	ν 8 = 44.8
R 9 = -3.395	D 9 = 0.20	N 9 = 1.846659	ν 9 = 23.8
R10 = 9.504	D10 = 0.28	N10 = 1.805181	ν 10 = 25.4
R11 = 5.800	D11 = 0.57	N11 = 1.743997	ν 11 = 44.8
R12 = -80.123	D12 = 可変	N12 = 1.516330	ν 12 = 64.2
R13 = 絞り	D13 = 0.53	N13 = 1.846659	ν 13 = 23.8
R14 = 50.157	D14 = 0.77	N14 = 1.603112	ν 14 = 60.7
R15 = -7.100	D15 = 0.07	N15 = 1.516330	ν 15 = 64.2
R16 = 23.910	D16 = 1.27		
R17 = -2.579	D17 = 0.23		
R18 = -7.052	D18 = 可変		
R19 = -4.594	D19 = 0.63		
R20 = -2.016	D20 = 0.20		
R21 = -292.786	D21 = 可変		
R22 = 4.573	D22 = 1.00		
R23 = -9.117	D23 = 0.05		
R24 = 3.553	D24 = 0.20		
R25 = 1.605	D25 = 1.53		
R26 = 15.068	D26 = 0.67		
G [R27 = ∞	D27 = 1.03		
R28 = ∞			

可変間隔 \ 焦点距離	1.00	5.79	12.02
D 6	0.27	4.89	6.20
D12	6.44	1.81	0.51
D18	0.58	3.79	3.46
D21	4.29	1.08	1.41

【0087】

【外3】

数值実施例 3

 $f=1 \sim 12.02 \quad Fno = 1.65 \sim 2.53 \quad 2\omega = 78.5^\circ \sim 7.8^\circ$

R 1 = 30.729	D 1 = 0.40	N 1 = 1.846659	ν 1 = 23.8
R 2 = 7.393	D 2 = 2.06		
R 3 = 12.933	D 3 = 1.43	N 2 = 1.696797	ν 2 = 55.5
R 4 = -29.847	D 4 = 0.05		
R 5 = 7.190	D 5 = 1.33	N 3 = 1.696797	ν 3 = 55.5
R 6 = 148.490	D 6 = 可変		
R 7 = 11.273	D 7 = 0.20	N 4 = 1.772499	ν 4 = 49.6
R 8 = 1.770	D 8 = 0.77		
R 9 = -3.312	D 9 = 0.20	N 5 = 1.772499	ν 5 = 49.6
R10 = 4.516	D10 = 0.28		
R11 = 5.156	D11 = 0.57	N 6 = 1.846659	ν 6 = 23.8
R12 = -30.525	D12 = 可変		
R13 = 絞り	D13 = 0.53		
R14 = 20.887	D14 = 0.77	N 7 = 1.785896	ν 7 = 44.2
R15 = -6.487	D15 = 0.07		
R16 = 19.113	D16 = 1.27	N 8 = 1.719995	ν 8 = 50.3
R17 = -2.618	D17 = 0.23	N 9 = 1.846659	ν 9 = 23.8
R18 = -7.122	D18 = 可変		
R19 = -4.004	D19 = 0.63	N10 = 1.846659	ν 10 = 23.8
R20 = -1.989	D20 = 0.20	N11 = 1.743997	ν 11 = 44.8
R21 = 28.440	D21 = 可変		
R22 = 5.099	D22 = 1.00	N12 = 1.516330	ν 12 = 64.2
R23 = -8.855	D23 = 0.05		
R24 = 4.100	D24 = 0.20	N13 = 1.846659	ν 13 = 23.8
R25 = 1.731	D25 = 1.53	N14 = 1.603112	ν 14 = 60.7
R26 = -33.068	D26 = 0.67		
R27 = ∞	D27 = 1.03	N15 = 1.516330	ν 15 = 64.2
R28 = ∞			

G

焦点距離	1.00	5.73	12.02
可変間隔			
D 6	0.25	4.87	6.18
D12	6.49	1.87	0.56
D18	0.56	3.25	3.66
D21	4.09	1.40	0.99

【0088】

【外4】

数值实施例 4

$$f = 1 \sim 12.01 \quad F \# = 1.65 \sim 2.52 \quad 2\omega = 78.5^\circ \sim 7.8^\circ$$

R 1 = 70.803	D 1 = 0.40	N 1 = 1.846659	ν 1 = 23.8
R 2 = 7.647	D 2 = 1.68		
R 3 = 19.057	D 3 = 1.43	N 2 = 1.696797	ν 2 = 55.5
R 4 = -21.175	D 4 = 0.05		
R 5 = 7.066	D 5 = 1.33	N 3 = 1.719995	ν 3 = 50.3
R 6 = 86.728	D 6 = 可变		
R 7 = 7.926	D 7 = 0.20	N 4 = 1.834807	ν 4 = 42.7
R 8 = 1.713	D 8 = 0.78		
R 9 = -3.310	D 9 = 0.20	N 5 = 1.834807	ν 5 = 42.7
R10 = 6.013	D10 = 0.28		
R11 = 5.656	D11 = 0.57	N 6 = 1.846659	ν 6 = 23.8
R12 = -25.228	D12 = 可变		
R13 = 絞り	D13 = 0.53		
R14 = 22.166	D14 = 0.77	N 7 = 1.834000	ν 7 = 37.2
R15 = -6.380	D15 = 0.07		
R16 = 7.986	D16 = 1.27	N 8 = 1.743997	ν 8 = 44.8
R17 = -2.874	D17 = 0.23	N 9 = 1.846659	ν 9 = 23.8
R18 = -13.549	D18 = 可变		
R19 = -4.308	D19 = 0.63	N10 = 1.846659	ν 10 = 23.8
R20 = -2.090	D20 = 0.20	N11 = 1.743997	ν 11 = 44.8
R21 = 7.045	D21 = 可变		
R22 = 5.010	D22 = 1.00	N12 = 1.516330	ν 12 = 64.2
R23 = -6.005	D23 = 0.05		
R24 = 4.160	D24 = 0.20	N13 = 1.846659	ν 13 = 23.8
R25 = 1.673	D25 = 1.53	N14 = 1.603112	ν 14 = 60.7
R26 = -33.068	D26 = 0.67		
R27 = ∞	D27 = 1.03	N15 = 1.516330	ν 15 = 64.2
R28 = ∞			

焦点距離	1.00	5.69	12.01
可变間隔			
D 6	0.25	4.87	6.18
D12	6.65	2.02	0.71
D18	0.54	2.44	2.73
D21	2.96	1.06	0.77

【0089】

【表 1】

表 - 1

条 件 式	数 値 実 施 例			
	1	2	3	3
(1) $\beta 12$	-0.895	-0.773	-0.751	-0.853
(2) $Da/DL1$	0.291	0.344	0.391	0.337
(3) $f2/f4$	0.405	0.246	0.318	0.441
(4) $Z2/Z$	0.798	0.528	0.443	0.446
(5) $ f2 /fW \cdot fT$	0.555	0.506	0.497	0.492
(6) $f3/fW$	4.450	4.320	4.004	3.620
(7) $ f4/fW $	4.856	7.128	5.417	3.867
(8) $f5/fW$	3.967	4.433	4.270	3.932
(9) $f4/f5$	-1.224	-1.608	-1.269	-0.984
(10) $D23W/D45W$	2.367	1.627	1.720	2.424
(11) $ D45/f4 $	0.622	0.602	0.754	0.766
(12) $ \beta 5 $	0.122	0.142	0.077	0.013
(13) $f5/fW \cdot fT$	1.120	1.278	1.232	1.134
(14) $ f1/f2 $	4.408	4.828	5.042	5.085
(15) BfW/fW	3.103	2.187	2.557	2.509
fW	3.000	3.000	3.000	3.000
fT	37.622	36.063	36.068	36.037
$fW \cdot fT$	10.624	10.401	10.402	10.398
$f1$	26.010	25.389	26.093	25.996
$f2$	-5.900	-5.259	-5.175	-5.112
$f3$	13.351	12.960	12.011	10.861
$f4$	-14.568	-21.383	-16.252	-11.602
$f5$	11.901	13.298	12.811	11.795
Z	12.541	12.021	12.023	12.012
$DL1$	13.617	14.712	15.838	14.966
Da	3.967	5.062	6.187	5.046
$D23W$	21.447	20.923	21.082	21.536
$D45W$	9.061	12.863	12.257	8.883
$\beta 2W$	-0.280	-0.249	-0.236	-0.234
$\beta 2T$	-2.796	-1.579	-1.257	-1.252
$Z2$	10.003	6.346	5.325	5.358
βfW	9.308	6.561	7.672	7.527

【0090】

【発明の効果】本発明によれば以上のように、各要素を設定することによりリヤフォーカス方式を採用し、レンズ系全体の小型化を図りつつ、撮影画角が70度以上と広画角でしかも大口径比及び高変倍比で、広角端から望遠端に至る全変倍範囲にわたり、又無限遠物体から超至近物体に至る物体距離全般にわたり、良好なる光学性能を有したレンズ全長の短い小型のリヤフォーカス式の広角ズームレンズを達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の数値実施例1の広角端のレンズ断面図

【図2】本発明の数値実施例1の広角端の収差図

【図3】本発明の数値実施例1の望遠端の収差図

【図4】本発明の数値実施例2の広角端のレンズ断面図

【図5】本発明の数値実施例2の広角端の収差図

【図6】本発明の数値実施例2の望遠端の収差図

【図7】本発明の数値実施例3の広角端のレンズ断面図

【図8】本発明の数値実施例3の広角端の収差図

【図9】本発明の数値実施例3の望遠端の収差図

【図10】本発明の数値実施例4の広角端のレンズ断面図

【図11】本発明の数値実施例4の広角端の収差図

【図12】本発明の数値実施例4の望遠端の収差図

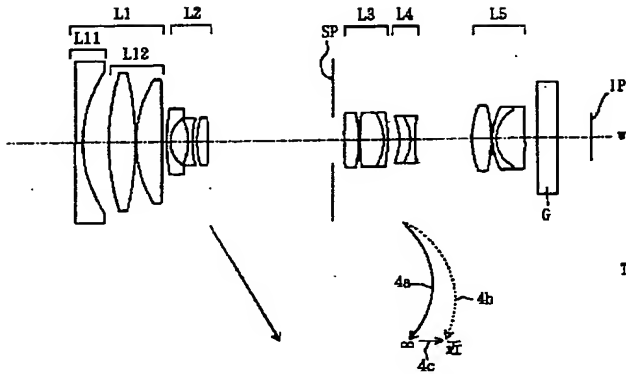
【図13】本発明に係るズームレンズの近軸屈折力配置の説明図

【符号の説明】

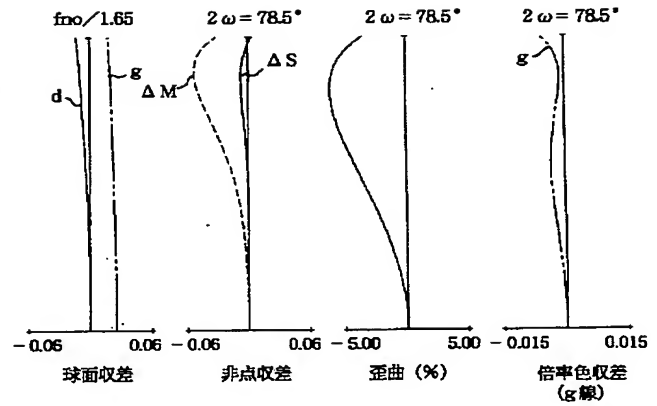
- L1 第1群
- L2 第2群
- L3 第3群
- L4 第4群
- L5 第5群
- L11 第11群
- L12 第12群
- SP 絞り
- IP 像面
- d d線
- g g線
- ΔS サジタル像面

ΔM メリディオナル像面

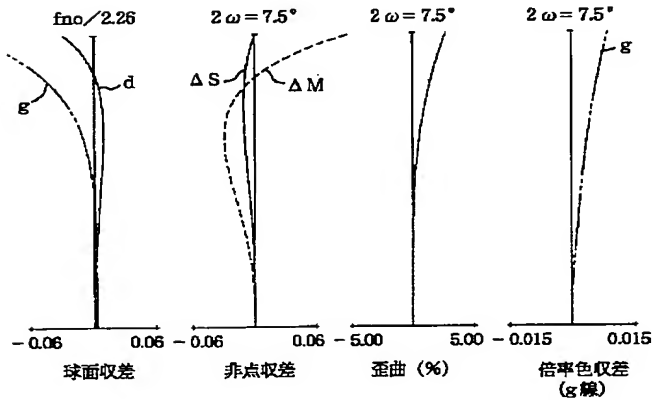
【図 1】



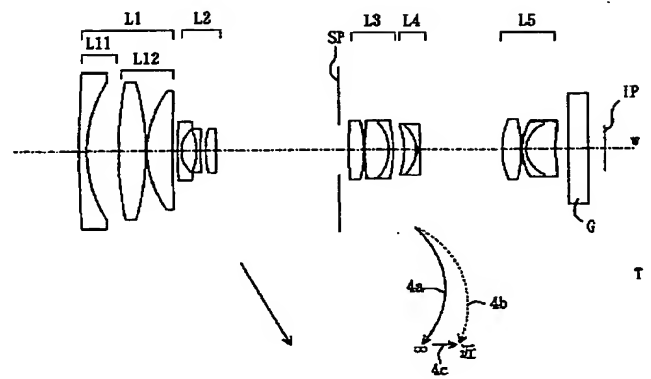
【図 2】



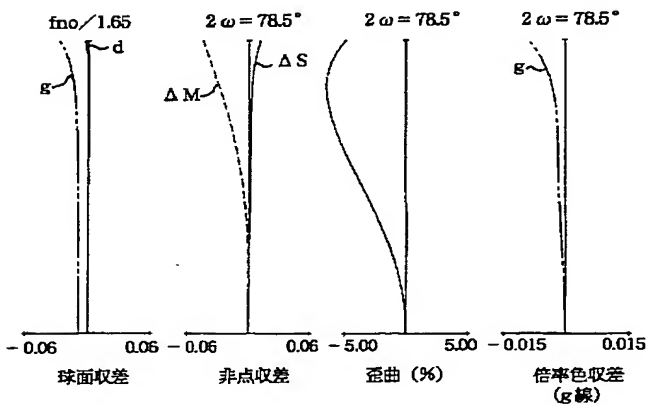
【図 3】



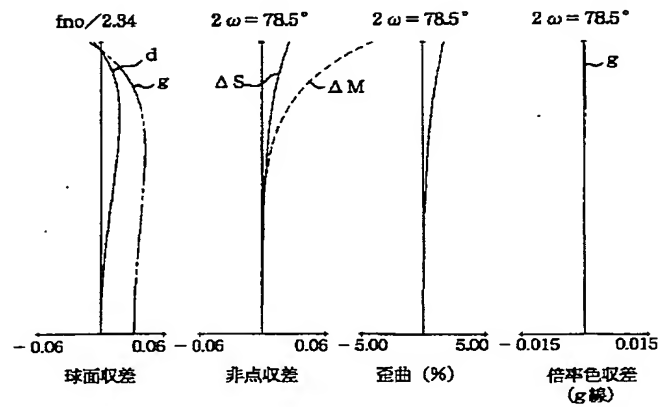
【図 4】



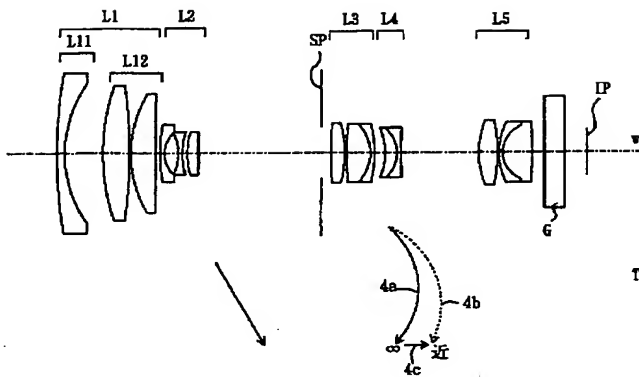
【図 5】



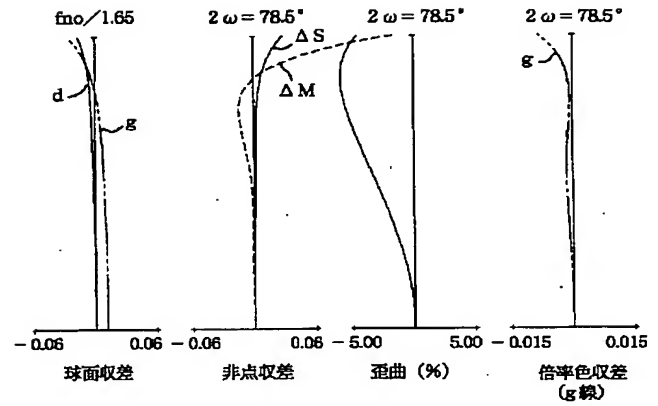
【図 6】



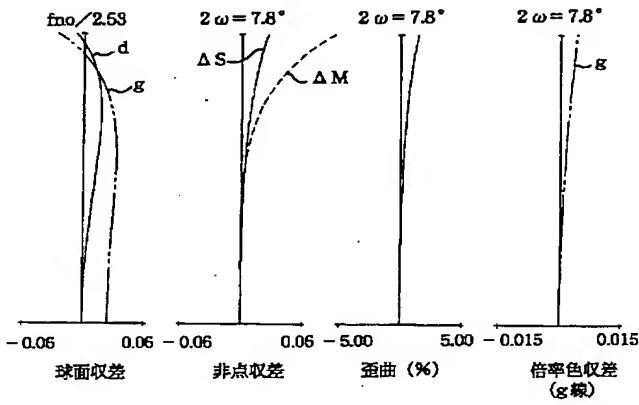
【図 7】



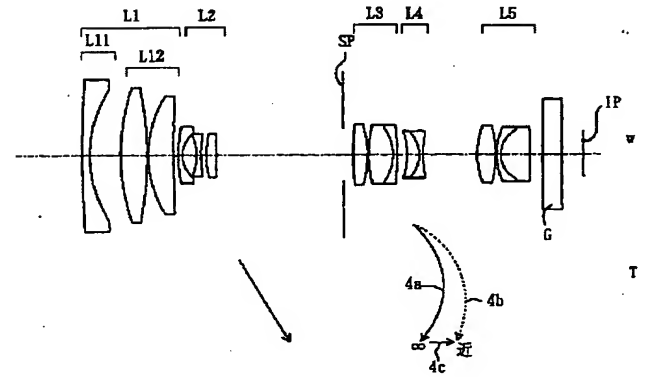
【図 8】



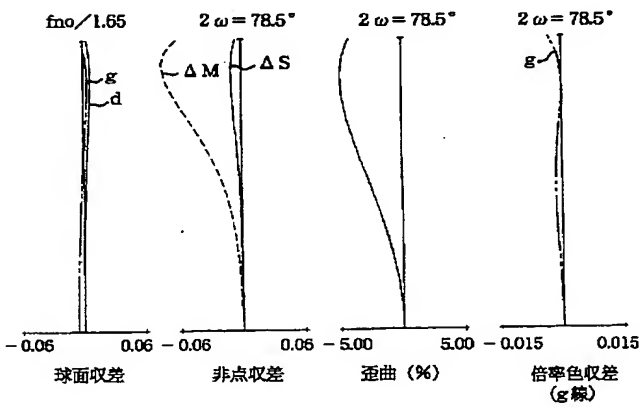
【図 9】



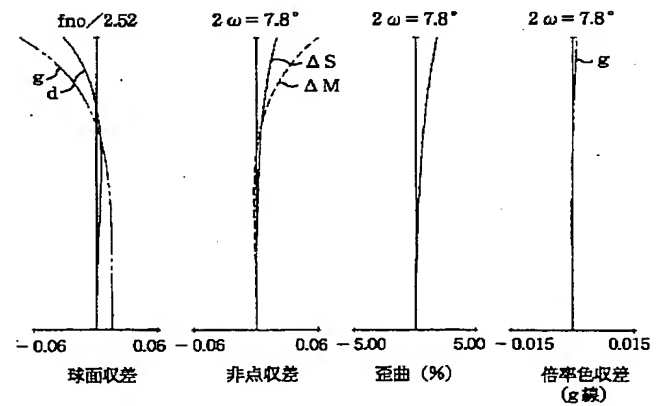
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【図 1 3】

